沖縄発の新技術“水中バックホウ”

～“粘り強さ”が売り!技術者集団の水中機械施工への挑戦～

開発会社　極東建設株式会社

沖縄県に拠点を構える極東建設株式会社は、世界に目を向けても類を見ない、水中建設機械の開発に取り組む企業です。また、沖縄では数少ない、NETISへの登録に意欲的な企業でもあります。

本記事では、同社が港湾工事を変えるべく開発した『水中バックホウ』と、そこから発展していった技術について取材しました。

写真-1　極東建設株式会社
取材状況
左：水中建設機械の設計・開発を担うマリン開発部長
上山　淳 氏
右：自社技術を沖縄県から全国に発信する企画営業部長
古堅 泰秀 氏

◆技術の概要

港湾整備事業において近年では沖合に防波堤等が設けられるケースが多くなってきており、それに伴い建設工事も大水深度化の傾向が見られます。これらの工事は潜水士が主体となっており、当然従事する作業員の危険度も大きくなっていくと言えます。水中バックホウは、これら水中における建設工事に従事する潜水士の安全性の確保、作業の効率化を目的に開発された建設機械です。

操作方法は、陸上のバックホウと同じですが、水中で使用するため、別途潜水士の免許が必要となります。また、油圧回路等が特殊であるため、専門的な知識も不可欠です。

写真-2)施工を行う水中バックホウ

◆開発のきっかけ

今回、取材協力を頂いた極東建設株式会社　マリ

ン開発部　上山氏によると水中バックホウの開発は、昭和60年頃に遡ります。当時、同社の創設者で潜水士でもあった故･古松伸茂氏が自身の経験により、潜水作業の負担を少しでも軽減したいと考え、陸上用バックホウの水中への転用を検討し始めたそうです。

◆開発までの道のり

水中という特殊な環境下に耐えることができる機械を開発するのは並大抵ではなかったそうです。陸上の常識は水の中では通用しません。水圧、浮力、波力、潮流を考慮する必要があるうえ、さらには防水性、防食性、操作性、動力供給方法等に関し、さまざまな試行錯誤を繰り返して初期型機の開発に至りました。

初めての工事である与那国島の防波堤工事では、当初、油圧ポンプを船上に置いてホースにて水中のバックホウに作動油を送っていました。しかし、ホースを伸ばすと当然油圧が低下してしまい、ある程度の深度･範囲でしか作業できなかったそうです。

写真-3）水中バックホウの初期型機

そこで、船上に配置していた油圧ポンプと、その油圧を作動させる電動モーターをバックホウ本体に搭載し、油圧ホースを電力ケーブルに置き換えることによって問題を解決しました。結果、飛躍的に施工範囲を広げることができ、現在では、施工能力が従来の潜水士による人力作業と比較して5倍に向上しました。（注:防波堤等の基礎マウンドの捨石敷き均し作業の場合）

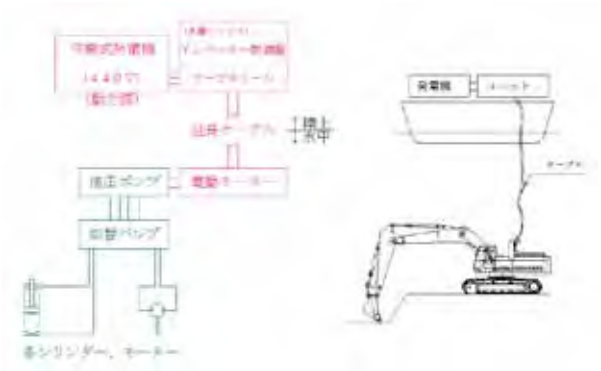

図-1）水中バックホウの機械構成

◆水陸両用対応機械の開発

遠浅の海浜工事の掘削作業は、従来、陸上のバックホウを使用するため、仮設道路を設置して機械が水に浸からないようにしたり、干潮時に施工する等の配慮が必要になります。

水中バックホウを転用すれば、これらの配慮が不要になると同社は考えました。しかし、この機械は水中作業ゆえに、電動モーターや作動油の温度が上昇しないため、冷却機能を備えていません。

そこで、冷却機能を内蔵した「水陸両用エンジン」を開発し、水中バックホウに搭載することとしました。

写真-4）水陸両用エンジン

そこに更なる課題が発生します。水陸両用エンジンを搭載した水中バックホウは本体が重いため接地圧が高くなり、泥濘等の軟弱な地盤では施工が困難となります。

苦労の末に複数の軟弱地盤対策機能を付加して開発された機械がNETISにも登録されている『水陸両用バックホウ（NETIS番号：QS-120004-A）』です。

写真-5)水陸両用バックホウ【QS-120004-A】

センターガード

昇降式の運転席

写真-6)水陸両用バックホウの機能

機能の1つとして泥濘にはまった際に、そこから抜け出せるよう、油圧式のセンターガードが装備されています。これにより、バックホウ浚渫船で進入できなかった橋梁下や都市河川における浚渫等の水深が浅い箇所を掘削することができるようになりました。

また、運転席(キャビン)は昇降式で、1mまで上昇することが可能です。それにより、水深4m程度であればオペレーターは潜水士ではなくても施工できます。

◆技術開発の取組み

①水中バックホウ専用アタッチメントの開発

極東建設株式会社では、掘削やケーブル埋設等の様々な工事に対応できるよう、多数のアタッチメントを開発しています。

海底の清掃などの特殊な作業では、試作品のアタッ

チメントを作り水中バックホウにて試行し、オペレーターから使い勝手等の意見を取り入れながら改良を重ねています。

岩撤去等の作業で
使用するロックバケット

海底岩盤に付着した雑藻を
除去するドラム回転式ブラシ

写真-7)水中バックホウ専用のアタッチメント

②無人化施工への取組み

港湾工事の安全性をさらに高めたいという思いから、他社との共同研究で水中バックホウを使用した無人化施工にも取り組んでいます。

水中バックホウに遠隔操作装置を付加することにより、水上の作業室から水中にある無人のバックホウを操作することが可能となります。作業室に設置した運転席から発信される操作信号は、無線を使用すると水の影響により電波が減衰するため、有線を使用して水中のバックホウに伝達します。また、機械が傾斜すると船上の運転席も連動して傾斜する仕組みになっているので、オペレーターは、水中バックホウの姿勢や作業状況を感覚的に認識することができます。

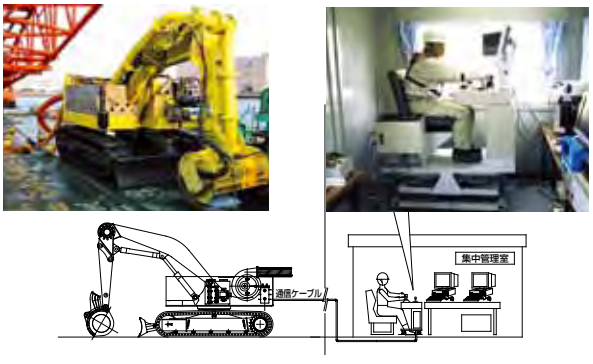

写真-8)水中バックホウによる無人化施工
アタッチメントは土砂を吸引する装置。水中に設置された径の大きい暗渠の内部に溜まった土砂を無人化施工で清掃した。

◆今後の展望

取材の最後に古堅氏と上山氏に今後の展望を伺いました。

水陸両用バックホウは、今後需要が見込まれるので生産体制を強化していきたい。また、今年度より、沖縄総合事務局が新技術活用システムの活用効果調査を導入するということなので、県内の活用実績を伸ばして事後評価を受けるよう努力したい。

写真-9)沖縄総合事務局のNETIS参入に期待を寄せる古堅氏

写真-10)さらなる技術開発に意欲を見せる上山氏

水中バックホウは、陸上のものと違い、水密性が必要なため、防水、防錆等にどうしても費用がかかる。技術を更に磨き、メンテナンス費用も含めたコストダウンを図りたい。

今まで九州技術事務所へ開発技術をNETIS登録申請していたが、沖縄総合事務局にも申請窓口が開設されるということなので、これからも積極的に技術開発・NETIS登録に挑戦するつもりである。

◆おわりに

今回の取材では、現場の声を取り入れながら試行錯誤を重ねてきた技術開発者のご苦労を聴かせて頂きました。

港湾工事における問題に対して、真摯に向き合いながら、最後まで粘り強く技術開発に取り組み続けるそのひたむきさに敬意を表します。

最後にお忙しい中、取材に協力頂いた末吉社長をはじめ極東建設株式会社の皆様に感謝を申し上げます。

（取材時期:2012年12月17日・2013年3月5日）

現場訪問

水陸両用エンジンを搭載した水中バックホウを使用して掘削作業を行っている現場を訪れました。
(取材地：沖縄県糸満市 水産海洋研究センター移転地)

写真-11)水産海洋研究センターで使用する海水の取水管渠を布設する工事です。

写真-12)赤土砂の影響で水が汚れるため汚濁防止用のフェンスを張り、周辺への拡散を防ぎながら施工を行っていました。

写真-13)土質が石灰岩であるため、アタッチメントは大型ブレーカを使用していました。

写真-14)エンジンには潜行可能な位置が青いラインで記されていました。この機械は水深2.8mまで水につかりながら作業ができます。

写真-15)「水陸両用の土砂搬出機を開発すれば、更なる効率化が期待できるはず」と現場に置かれたクローラダンプを見ながら上山氏が語っているのが印象的でした。

～～ お知らせ ～～

NETISプラスホームページにて沖縄県石垣市内で行った水中バックホウの現場取材記事を掲載中です。紙面だけではお伝えできない技術の情報や作業状況等について、写真や動画を交えて紹介しておりますので是非ご覧ください。

先端建設技術の総合ポータルサイト
NETISプラス
http://www.netisplus.net/

バーコードの読み取りに対応したカメラ付き携帯電話・スマートフォンをお持ちの方は、下のQRコードから掲載記事のアドレス(URL)を読み取ることができます。

※操作方法は携帯電話・スマートフォンの取扱説明書をご覧ください。

問合せ先：極東建設株式会社
担 当 者：マリン開発部長　上山　淳
住　　所：〒901-0305
沖縄県糸満市西崎町5丁目6番7号
電話番号：098-995-0106

取材後記

極東建設株式会社
代表取締役社長
末吉　常彦氏

「水中作業での無人化施工は、作業時に発生する濁水により画像が見えにくい等、まだまだ課題がたくさんある。しかし、潜水作業の飛躍的な発展のために、無人化施工の導入は必要不可欠である。我が社の売りである"粘り強さ"を発揮し、技術の改善に努めていきたい。」と我々に語ってくれた極東建設社長の末吉　常彦氏。

同氏が案内してくれた沖縄県糸満市の工場では、作成中の多種多様なアタッチメントや機械がごろごろ。

驚く私に社長が一言・・

「みんな、ものづくりが大好きなんですよね。」

社長が育てる"挑戦する技術者集団"は、きっと無人化水中バックホウを完成させることでしょう。その際は、是非取材させて下さい。